DOC'EN POCHE
ENTREZ DANS L'ACTU

Parlons climat
en 30 questions

Christophe Cassou
Valérie Masson-Delmotte

La documentation Française

VISIT…

LANZAROTE
Caliente.COM

Sommaire

Panorama 5

Les auteurs présentent le sujet, son actualité, et l'illustrent de faits, de lois, de chiffres, de comparaisons internationales

Questions-réponses 27

1 question = 1 double-page de réponse

Qu'est-ce que le système climatique ? 28
Pourquoi le climat varie-t-il naturellement ? 30
Comment l'influence humaine perturbe-t-elle le climat ? 32
Quels facteurs dominent aujourd'hui ? 34
Comment le climat répond-il aux perturbations du bilan d'énergie ? 36
Comment se répartit l'accumulation d'énergie ? 38
Comment observe-t-on le climat aujourd'hui ? 40
Quels sont les changements observés depuis 1850 ? 42
Comment connaît-on les climats du passé ? 44
Qu'apprend-on des variations climatiques passées ? 46
Les changements récents sont-ils « anormaux » ? 48
La modélisation aide-t-elle à comprendre les changements ? 50
L'influence humaine est-elle sans équivoque ? 52
Pourquoi le réchauffement n'est-il pas régulier ? 54
Comment le changement climatique est-il perçu au quotidien ? 56
Quelle influence des activités humaines sur les températures extrêmes ? 58
Quelle influence des activités humaines sur le cycle de l'eau ? 60

Quelles influences humaines sur les pluies et vents extrêmes ? 62
Comment anticiper les climats futurs ? 64
Quelle confiance accorder aux modèles et projections climatiques ? 66
Quelles incertitudes pèsent sur les futurs possibles ? 68
1,5°… 2°… 4°C de plus : quelles conséquences ? 70
Pourquoi chaque tonne additionnelle de CO_2 compte ? 72
Quels seraient les changements climatiques à impacts majeurs ? 74
Quelle influence des activités humaines sur le cycle du carbone ? 76
Peut-on manipuler le climat *via* la géo-ingénierie ? 78
Comment évaluer le risque climatique ? 80
Qu'est-ce que l'adaptation au changement climatique ? 82
Inégalités et changement climatique, quels liens ? 84
Où en est la France en matière d'émission de GES ? 86
Les politiques climatiques sont-elles efficaces ? 88
L'action vis-à-vis du climat : une opportunité ? 90

@ vous la parole 93

Une interaction avec les internautes de vie-publique.fr : la mise en ligne, lors de la parution de l'ouvrage, des réponses à une sélection de questions

Glossaire 101

Bibliographie et sitothèque 105

Pour aller + loin : les principaux livres et sites internet



Panorama

// Le constat scientifique figurant dans le dernier rapport du GIEC est sans équivoque : l'intensification des impacts du changement climatique constitue une menace pour le bien-être humain et la santé planétaire. L'ampleur du changement climatique à venir et des risques pour les écosystèmes et les sociétés humaines dépend de nos décisions d'aujourd'hui. Tout retard supplémentaire vis-à-vis d'une action mondiale, concertée et solidaire, nous fera manquer une brève fenêtre d'opportunité pour assurer un avenir viable. Agir à hauteur des enjeux climatiques demande des transformations systémiques. Comment construire des choix collectifs qui s'appuient sur la compréhension physique, intangible, du changement climatique ? Quelles sont ces connaissances ? //*

Maintenant, partout, de plus en plus intense

Le changement climatique dû à l'influence humaine se manifeste déjà de manière généralisée, rapide, et constitue une rupture par rapport aux variations naturelles du climat des derniers milliers d'années. Il s'intensifie et n'épargne aucune région, du haut des

* Les termes marqués par une astérisque sont définis dans le glossaire page 111.

montagnes aux profondeurs océaniques, des tropiques aux pôles. L'influence humaine sur le climat, à travers les émissions de gaz à effet de serre* (GES) dues à la combustion des énergies fossiles (charbon, pétrole, gaz naturel), aux changements de l'utilisation des terres (principalement la déforestation), aux activités industrielles et agricoles et aux modes de production et de consommation non durables, est sans équivoque. Elle rend les événements météorologiques et climatiques extrêmes plus fréquents et plus sévères (chaleur et pluies extrêmes, sécheresse, submersions côtières, etc.), et, malgré les efforts d'adaptation, induit déjà des impacts généralisés, des dégradations d'écosystèmes, certaines déjà irréversibles, et des pertes et dommages croissants pour les populations.

Environ 3,3 à 3,6 milliards de personnes vivent dans des zones de très forte vulnérabilité vis-à-vis du changement climatique, avec des moyens de subsistance très sensibles au climat. Cette vulnérabilité varie considérablement d'une région à l'autre mais aussi au sein même d'une région ou d'un pays, en raison de niveaux différents de développement socio-économique et de gouvernance, et de l'intersection de multiples formes d'inégalités. Elle est également étroitement dépendante de l'état des écosystèmes océaniques, côtiers et terrestres, et de leur dégradation, sous pression de pratiques de gestion non durables, et du changement climatique.

L'ampleur et le rythme du changement climatique et des risques qui y sont associés, vont dépendre fortement de la capacité à mettre en œuvre à grande échelle des mesures efficaces d'*atténuation** (réduction des émissions de GES) et d'*adaptation** (réduction des risques en agissant sur les expositions et vulnérabilités), montant en puissance au cours de chaque année à venir. Les risques liés au climat augmentent avec chaque incrément de réchauffement planétaire supplémentaire. L'évaluation des impacts déjà observés, des tendances d'exposition et de vulnérabilité face aux aléas climatiques, ainsi que des limites de l'adaptation, ont récemment amené à revoir à la hausse l'ampleur de multiples risques. Dès lors, l'urgence à transformer chaque facette du développement socio-économique pour atteindre la neutralité carbone*, c'est-à-dire des émissions nettes de dioxyde de carbone (CO_2)* dues aux activités humaines égales à zéro (contrainte géophysique pour stabiliser le réchauffement planétaire), est encore plus pressante tout en assurant un développement résilient.

Le cadre international des politiques climatiques

En 1992, au sommet de la Terre à Rio, l'ensemble des pays adopte la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques, qui vise à éviter les conséquences néfastes de l'influence humaine sur le

climat en stabilisant les concentrations de GES dans l'atmosphère. Entrée en vigueur en 1994, elle met en place la publication d'inventaires des émissions par pays, et l'organisation, chaque année, de la conférence des États « parties » de cette convention (les « COP* »).

En 2015, lors de la COP21, est adopté l'Accord de Paris sur le climat, premier accord universel dont l'objectif est de limiter le niveau de réchauffement planétaire largement en-dessous de 2°C, avec l'aspiration à le stabiliser à 1,5°C par rapport au climat préindustriel (1850-1900). Cet accord est entré en vigueur en 2016 ; il exige une transformation socio-économique profonde matérialisée par l'implémentation de politiques d'actions climatiques ambitieuses en matière d'*atténuation*. Dans ce cadre, tous les pays s'engagent, tous les 5 ans, à fournir leur « contribution déterminée au niveau national » (en anglais, NDC pour Nationally Determined Contribution) qui quantifie leurs objectifs d'émissions de GES pour les 5 à 10 années suivantes, ainsi que leur plan d'adaptation. Le niveau d'ambition en matière de réduction de GES est non contraignant pour les États, mais leurs engagements transparents et volontaires permettent de faire tous les 5 ans un inventaire global des politiques climatiques, de leur mise en œuvre, et d'évaluer si la trajectoire mondiale d'émissions de GES permet de tenir les objectifs de long terme ou



Questions-réponses

› › › › › › › ›

Qu'est-ce que le système climatique ?

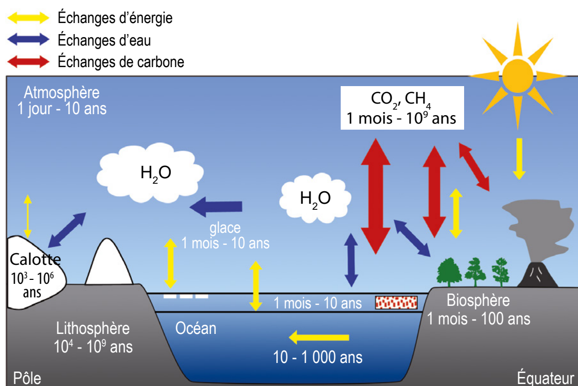
Cinq composantes

Le système climatique est constitué de l'atmosphère (couche gazeuse enveloppant la Terre), la lithosphère (sol, croûte terrestre), l'hydrosphère (mers et océans, rivières, nappes et réservoirs profonds), la cryosphère (banquise, neige, glaciers continentaux, calottes polaires, lacs et rivières gelés, sols gelés ou pergélisol*) et la biosphère (organismes vivants). Ces milieux échangent en permanence, mais de manière variable et sous différentes formes, de l'énergie, de l'eau, des substances minérales et organiques (ex. : le carbone).

Aux propriétés dynamiques très différentes

Les masses d'air se mélangent à l'échelle planétaire en quelques mois. L'océan de surface interagit avec l'atmosphère à toutes les échelles de temps (du jour à plusieurs décennies). Les courants marins dus à la rotation de la Terre, à la forme géographique des bassins océaniques, aux vents, mais aussi à la densité de l'eau de mer qui dépend de sa température et salinité, assurent en plusieurs centaines d'années les échanges entre les deux hémisphères, et entre la surface et les eaux profondes. La cryosphère et la lithosphère peuvent stocker de l'eau et du carbone pendant des milliers à des millions d'années. L'ensemble est modulé par les perturbations du bilan énergétique de la planète, que certains processus physiques (dits de rétroaction) peuvent amplifier ou stabiliser.

Des échanges continus à toutes les échelles de temps et sous différentes formes



Source : d'après S. Joussaume (1993), *in.* C. Jeandel, R. Mosseri (dir.), *Le climat à découvert*, CNRS Éditions, 2011 (infographie : Elsa Godet).
Lecture : 10^3 = 1 millier, 10^6 = 1 million, etc.

Quel âge ont les calottes polaires ?

››› L'âge moyen de la calotte de glace qui recouvre le Groenland est de 40 000 ans, et celui de l'Antarctique d'environ 100 000 ans, avec localement de la glace plus ancienne jusqu'à plus d'un million d'années. Les calottes se forment lentement par l'accumulation de couches successives de neige, tout en s'écoulant vers l'océan en bordure des marges continentales. Leur fonte entraîne un rebond de la lithosphère, comme en Scandinavie ou au Canada, où l'on enregistre encore aujourd'hui un soulèvement de la lithosphère de plus de 1 cm/an après la disparition des calottes de la dernière glaciation, il y a 8 000 ans environ.

›››››››››

Comment l’influence humaine perturbe-t-elle le climat ?

Par le rejet de gaz à effet de serre

Les activités humaines rejettent des gaz à effet de serre que l’on appelle GES, tels le dioxyde de carbone* (CO_2), le méthane (CH_4), etc. Ces GES anthropiques se mélangent en quelques semaines dans l’atmosphère et perturbent le bilan énergétique global de la planète en absorbant et réémettant vers la surface terrestre le rayonnement infrarouge qui s’en dégage. Chaque gaz a une durée de vie et un pouvoir réchauffant qui lui sont propres.

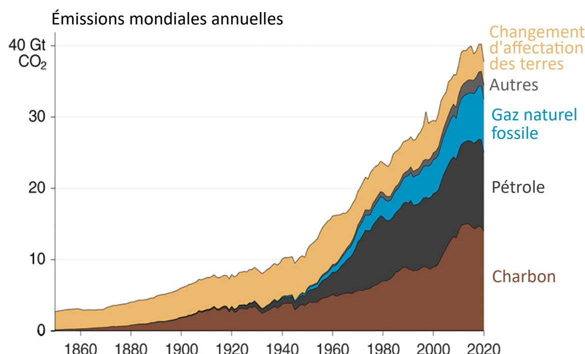
Par l’émission d’aérosols

Certains composés chimiques (gaz ou particules) émis par les activités humaines conduisent à la formation d’aérosols, petites particules solides ou liquides qui ont un effet net parasol sur le rayonnement solaire. Ceux-ci interagissent aussi avec les nuages et les surfaces continentales (ex. : dépôt sur la neige) modifiant les propriétés d’albédo*. L’effet net des aérosols anthropiques est de refroidir temporairement la planète, car leur durée de vie dans l’atmosphère est courte : ils sont lessivés par les pluies et ils sont concentrés autour de leur zone d’émission.

En transformant l’utilisation des terres

La transformation des terres par l’homme (déforestation, agriculture, urbanisation, etc.) peut induire localement des réchauffements ou des refroidissements importants en fonction du type d’artificialisation et des modifications associées de l’évaporation de surface et de ses propriétés d’albédo. L’effet net planétaire de l’utilisation des terres contribue à un léger refroidissement.

Des émissions de CO_2 toujours croissantes



Source : Global Carbon Project, 2021.
Commentaire : environ 2 400 milliards de tonnes (Gt) de CO_2 ont été émises par les activités humaines depuis 1850, dont environ le tiers sur les 20 dernières années (2000-2019). Pour la seule année 2019, on relève ~ 40 Gt provenant à 89 % de la combustion des énergies fossiles (charbon, pétrole, gaz naturel), le reste (11 %) étant lié à l'effet net des changements d'usages des terres (en particulier la déforestation). Les émissions de CO_2 ont baissé temporairement (~ 5,5 %) en 2020 du fait de la pandémie de covid-19 (ralentissement industriel, baisse des transports) mais ont déjà rebondi de 5 % en 2021.

Le saviez-vous ?

Les rejets de tous les GES sont convertis en « CO_2 équivalent » selon leur effet radiatif et leur durée de vie, afin de pouvoir les comparer. Le pouvoir de réchauffement du méthane (CH_4) est environ 80 fois plus élevé que celui du CO_2 sur 20 ans, mais seulement 30 fois sur 100 ans. En effet, le CH_4 se dégrade rapidement (durée de vie de l'ordre de 12 ans), alors qu'une fraction du CO_2 s'accumule dans l'atmosphère.

Pourquoi chaque tonne additionnelle de CO_2 compte ?

À cause du cumul du CO_2 dans l'atmosphère

Le fonctionnement du climat et du cycle du carbone entraîne une relation linéaire entre le *cumul* des émissions de CO_2 dues aux activités humaines depuis le début de l'ère industrielle et le niveau de réchauffement planétaire. Cette propriété physique résulte de compensations entre le forçage radiatif du CO_2 en fonction de sa concentration atmosphérique, et de la capacité d'un océan plus chaud à absorber chaleur et CO_2.

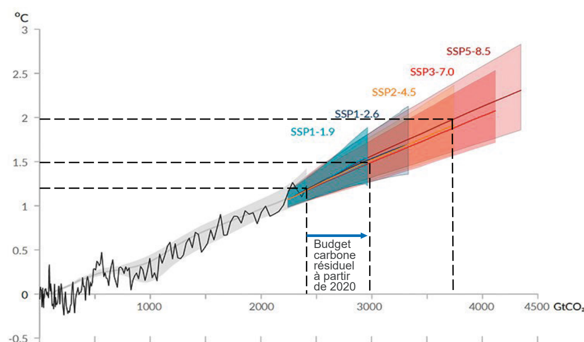
Pour atteindre la neutralité carbone* au plus vite

Le budget carbone est défini comme la quantité de CO_2 qu'il serait encore possible d'émettre pour stabiliser le réchauffement global à un niveau spécifique. Ce concept repose sur la relation quasi-linéaire entre émissions cumulées de CO_2 et hausse de la température ; son corollaire implique que, quel que soit le niveau de réchauffement ciblé, il faut atteindre la neutralité carbone ou « net zéro ». La neutralité carbone à l'échelle planétaire ne correspond pas à un choix politique ; c'est une contrainte géophysique non négociable pour stabiliser le climat.

1,5° ou 2°C comme cible

Si les émissions restent au niveau de 2019 (~ 40 Gt par an), ce budget serait consommé au cours des années 2030 pour 1,5°C et au cours de la décennie 2040 pour 2°C. À moins d'une réduction des émissions de GES immédiate, rapide, soutenue dans le temps et à grande échelle (incluant tous les secteurs d'activités), limiter le réchauffement à 1,5°C, et même 2°C, sera hors de portée.

Relation entre réchauffement et cumul des émissions de CO_2



Source : 6e rapport d'évaluation GIEC, d'après fig. SPM10.

Vrai ou faux ? La poursuite du réchauffement est inéluctable

››› Faux. Si demain nous arrêtions d'émettre du CO_2, il n'y aurait pas de réchauffement supplémentaire, ni d'intensification des évènements extrêmes. L'inertie ne provient pas du fonctionnement du climat, mais des infrastructures émettrices de gaz à effet de serre déjà en place et prévues (chauffages, véhicules et centrales thermiques…) entraînant une hausse du cumul des émissions de CO_2 et le réchauffement en résultant.

Le saviez-vous ?

››› Même si la France n'émet sur son seul territoire aujourd'hui qu'environ 1 % des émissions mondiales, elle se place au 8e rang des nations pour les émissions cumulées conduisant au réchauffement actuel.